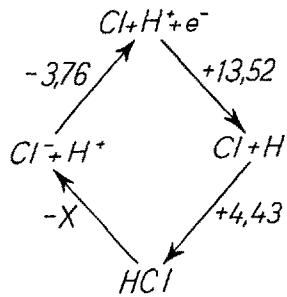


genähert im Verhältnis von 1:3, 1:2, 3:5... ab, und so wollen wir, nach GOMBÁS und NEUGEBAUER, unser Resultat noch mit einer ähnlichen unendlichen geometrischen Progression ergänzen, deren Quotient durchschnittlich das geometrische Mittel der obenstehenden Verhältnisse ist; wir erhalten somit für das Minimum $0,58946 E^2/a_H = 16,03625 \text{ eV}$. Diese zusätzliche Korrektion beeinträchtigt den Kernabstand ganz unwesentlich.

Wir haben die Energie berechnet und oben als Dissoziationsenergie erwähnt, die notwendig ist, das Proton in das Unendliche zu entfernen. Der Dissoziationswert, der aus spektroskopischen Daten bekannt ist, gibt die Energie, die den Chlorwasserstoff in das Chlor- und Wasserstoffatom dissoziert. Den vorher erwähnten Energiewert können wir daher mit Hilfe des folgenden Kreisprozesses mit der Erfahrung vergleichen. Wir gehen von einem durch ein Chloratom, ein Elektron und ein Proton gebildeten System aus. Mit dem Wasserstoffion vereinigen wir das Elektron, wobei die Ionisierungsenergie des H frei wird. Das so gewonnene Wasserstoffatom setzen wir dann mit dem Chloratom zu Chlorwasserstoff zusammen; dabei wird die Dissoziationsenergie frei. Jetzt entfernen wir das Proton ins Unendliche; die dazu nötige



Energie haben wir schon berechnet. Endlich nehmen wir das Elektron von dem negativen Chlorion weg; dazu ist eine der der Elektroaffinität des Chlors entsprechende Energie erforderlich, und damit ist der Kreisprozeß geschlossen.

Da wir somit alle in unseren Kreisprozeß eingehenden Größen kennen, so können wir den theoretisch berechneten Wert $16,03625 \text{ eV}$ mit dem aus dem Kreisprozeß folgenden Werte $14,19 \text{ eV}$ vergleichen; er ist also um $11,51\%$ zu groß.

In der Tabelle ist E als eine Funktion von δ numerisch angegeben, welche wir mit Hilfe einer Morsekurve approximieren können. So kann man, wie üblich, die Oszillationsenergie des Chlorwasserstoffes berechnen; sie hat in gewöhnlichen Einheiten die Form

$$E_{osz} = -E_{dis} + h\nu \left(v + \frac{1}{2} \right) \left[1 - \frac{\hbar\nu \left(v + \frac{1}{2} \right)}{E_{dis}} \right],$$

$$\text{wobei } \nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{\mu} \left(\frac{d^2 E}{dx^2} \right)_r} = \delta_{min} \text{ ist.}$$

Die gesuchte Energie ist $8778,87 \text{ cm}^{-1}$. G. HERZBERG und J. W. T. SPINKA¹ haben $8347,30 \text{ cm}^{-1}$ für diesen Wert beobachtet. Unser Resultat ist also nur um $5,17\%$ von dem beobachteten verschieden. J. I. HORVÁTH

Physikalisches Institut der medizinischen Fakultät der Universität Debrecen (Ungarn), den 28. Januar 1948.

¹ G. HERZBERG und J. W. T. SPINKA, Z. Phys. 89, 474 (1934).

Summary

The binding energy of the HCl molecule has been recalculated based on GOMBÁS's and NEUGEBAUER's statistical method. We now use HARTREE's and FOCK's *Eigenfunktionen*, and our numerical results are better by some percent than the old ones.

Die ungewöhnliche Wärmeperiode 1947 statistisch untersucht

Im westlichen, nördlichen und zentralen Europa herrschte von April bis September 1947 eine ganz ungewöhnliche Wärme. Wie sich die Temperatur im einzelnen in Basel verhalten hat, ist der folgenden Tab. I zu entnehmen, in der die Mittelwerte der 120jährigen Temperaturreihe, 1826–1945, reduziert auf die Station Bernoullianum¹, die maximalen positiven Abweichungen (Δ) von diesem Mittel und die Abweichungen des Jahres 1947 für die einzelnen Monate und einige mehrmonatige Zeitspannen gegeben sind.

Man erkennt, daß die meisten Abweichungen der einzelnen Monate (mit Ausnahme des Mai) nahe an die bisher höchsten Monatsmittel herankamen, im August sogar den bisherigen Höchstwert überschritten. Das Außerordentliche der Wärmeperiode 1947 kommt aber erst in den Zusammenfassungen mehrerer Monate zum Ausdruck. Während die maximalen Überschüsse in der 120jährigen Reihe, mit Ausnahme von Juli bis September (im Jahre 1911) höchstens $2,1^\circ$ betragen, erreichten die Überschüsse 1947 $3,3^\circ$ bis $3,5^\circ$. Es wäre nun von Interesse, zu wissen, wie häufig Überschüsse der Temperatur von diesem Ausmaße etwa vorkommen. (Auf das Problem, welche Voraussetzungen eine solche Fragestellung zu erfüllen hat, kann hier nicht eingegangen werden.) In der Klimatologie wird nun häufig angenommen², daß die Abweichungen meteorologischer Elemente von ihrem langjährigen Mittelwert sich in ihrer ersten Annäherung wie «zufällige Fehler» verhalten, und daß somit diese Abweichungen eine GAUSSSCHE Normalverteilung aufweisen. Unter dieser Voraussetzung läßt sich die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Abweichung von bestimmtem Betrag mit Hilfe des Fehlerintegrals leicht berechnen, wenn man die mittlere Streuung (Dispersion) σ kennt. Es wurden deshalb die σ für die oben angegebenen Monate und Zeitspannen berechnet (vgl. Tab. III) und der Quotient $\Delta 1947 : \sigma$ gebildet, der unter den erwähnten Voraussetzungen direkt ein Maß für die Wahrscheinlichkeit ergibt, daß eine bestimmte Temperaturabweichung überschritten wird. So ist z. B. die Wahrscheinlichkeit, daß eine Abweichung auftritt, die größer als σ ist, $31,7\%$, oder für eine solche, die größer als 2σ ist, $4,6\%$. Wenn man nun aus den in der Tab. I unten angeführten Quotienten $\Delta 1947 : \sigma$ die Überschreitungswahrscheinlichkeit berechnet, so bekommt man für die einzelnen Monate Werte zwischen 14% (Mai) und $0,5\%$ (August); also Zahlen, die im Rahmen des Erwarteten bleiben. Bei den mehrmonatigen Zeitspannen ergeben sich aber ganz unwahrscheinlich geringe Überschreitungswahrscheinlichkeiten: für Juli bis September $0,11\%$, Juni bis August $0,02\%$, Mai bis September $0,006\%$ und gar für April bis September $0,0019\%$. Die letzte Zahl bedeutet, daß unter rund 50000 Fällen (also 50000 Jahren!) einmal eine solche

¹ Vgl. W. STRUB, Die Temperaturverhältnisse von Basel (Diss. Basel 1910).

² Vgl. KÖPPEN-GEIGER, Hb. der Klimatologie (Berlin 1936), Bd. 1., V. CONRAD, S. 97.

Tabelle I

| | April | Mai | Juni | Juli | August | Septem- ber | Juni- August | Juli- Sept. | Juni- Sept. | Mai- Sept. | April- Sept. |
|--------------------------------|-------|------|------|------|--------|----------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|-----------------|
| Mittel 1826–1945 . . | 9,4 | 13,6 | 17,0 | 18,7 | 17,9 | 14,5 | 17,9 | 17,0 | 17,0 | 16,3 | 15,2 |
| Maximale Δ 1826–1946 | 4,3 | 4,8 | 3,4 | 3,2 | 3,8 | 3,8 | 2,0 | 3,0 | 2,1 | 2,1 | 2,0 |
| $\Delta 1947$ | 3,7 | 2,5 | 3,3 | 3,1 | 4,1 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,3 | 3,4 |
| $\Delta 1947/\sigma$ | 2,4 | 1,5 | 2,4 | 2,0 | 2,8 | 2,4 | 3,7 | 3,3 | 3,9 | 4,0 | 4,3 |

Überschreitung vorkäme, wobei man diese Zahl noch verdoppeln muß, wenn man nur positive Abweichungen betrachtet. Diese unwahrscheinlichen Zahlen deuten zwar auf die große Seltenheit einer Wärmeperiode von der Dauer und Intensität wie derjenigen von 1947 hin, lassen aber die Vermutung aufkommen, daß die Voraussetzung einer Normalverteilung der Temperaturabweichungen nicht erfüllt ist. Eine erste Orientierung geben die in Tab. II angeführten Häufigkeiten der 122jährigen Basler Temperaturreihe von Abweichungen bestimmter Größe, ausgedrückt in Klassen von $1/2 \sigma$, wobei die Häufigkeiten für die mehrmonatigen Zeitspannen einzeln, für die einzelnen Monate aber der Raumersparnis wegen zusammengefaßt angegeben sind.

Zunächst erkennt man, daß die zusammengefaßten einzelnen Monate (aus 732 Einzelwerten) überraschend gut mit der theoretischen Normalverteilung übereinstimmen. (Dies gilt auch für jeden Monat für sich, mit Ausnahme von Juli und August, bei denen negative Abweichungen merklich häufiger vorkommen als positive: 68 zu 54, resp. 66 zu 56.) Bei den mehrmonatigen Zeitspannen fallen zunächst die vereinzelten Werte von $\Delta > +3\frac{1}{2} \sigma$ auf, die alle 1947 erreicht wurden. Die Verteilung ist meist wesentlich anders als die Normalverteilung, und zwar scheinen die Verteilungskurven um so mehr von der Normalverteilung abzuweichen, je länger die gewählte Zeitspanne ist. Im allgemeinen sind die kleinen negativen Abweichungen wesentlich häufiger als die entsprechenden positiven; große negative Abweichungen sind dagegen sehr selten; es kommen überhaupt nur zwei Werte vor, bei denen das negative Δ kleiner als -2σ ist. (Juli bis September und Juni bis September 1912; im Jahre 1912 war im September $\Delta = -4,6^{\circ}$ und $\Delta/\sigma = 3,14$.)

Zur genauen Charakterisierung der Verteilungskurven wurden nun auch die höheren Charakteristiken, die nach CHARLIER¹ definierte Schiefe $S = \frac{\Delta^3}{2N\sigma^3}$ und der Exzeß¹

¹ C. V. L. CHARLIER, Vorlesungen über die Grundzüge der mathematischen Statistik (Lund 1920).

$E = \frac{\Delta^4}{8N\sigma^4} - 3$ berechnet. Diese Werte sind mit den σ in der Tab. III angeführt, wobei je in der zweiten Zeile noch die Werte für 1826–1946 angegeben sind.

Zur Beurteilung dieser Werte muß man den mittleren Fehler ϵ der betreffenden Einzelwerte kennen; für die 122jährige Reihe betragen: $\epsilon(\sigma) = \pm 0,0646 \sigma$, $\epsilon(S) = \pm 0,11$ und $\epsilon(E) = \pm 0,056$. Für die einzelnen Monate sind (mit Ausnahme von Juli und August) sowohl S wie E nahezu verschwindend oder doch kleiner als der entsprechende mittlere Fehler, so daß also hier eine Normalverteilung vorliegt. Anders sind die Verhältnisse bei den mehrmonatigen Zeitspannen, bei denen allgemein eine negative Schiefe vorliegt, wobei sie, wie nach Tab. II zu erwarten war, bei den fünf- bis sechsmonatigen Zeitspannen sehr große Beträge annimmt. Auch die Exzesse weisen bei den letztgenannten Zeitabschnitten sehr große Werte auf. Man sieht also, daß gerade bei denjenigen Zeitspannen, in denen sich die höchsten Werte $\Delta 1947/\sigma$ ergeben, offensichtlich keine Normalverteilung vorliegt. Die Ursache für diese Erscheinung muß darin gesucht werden, daß offenbar das Wetter von April bis September oder Mai bis September etwas mehr zu intensiv warmen als zu gleich intensiv kühlen Perioden neigt; übrigens deutet sich für den Juli, wie die negative Schiefe zeigt, eine ähnliche Erscheinung an.

Da nun die Überschüsse von 1947 so ungewöhnlich groß sind, wurden noch die statistischen Charakteristiken für die Periode 1826–1946 berechnet. Die in Tab. III je in der zweiten Zeile angeführten Werte zeigen nun im Vergleich mit der ersten Zeile, daß durch die Hinzunahme des Jahres 1947 in den mehrmonatigen Zeitabschnitten der Charakter der Verteilung vollständig geändert wurde. Während in den drei- bis viermonatigen Zeitabschnitten für die Periode 1826–1946 angenähert eine Normalverteilung vorlag, weisen sie, wie erwähnt, für 1826–1947 eine recht merkliche negative Schiefe auf, und bei den fünf- bis sechsmonatigen Zeitspannen kommt noch der große positive Exzeß hinzu. Durch die Hinzunahme von 1947 sind die σ -Werte bei den mehrmonatigen Zeitabschnitten um einen Betrag, der größer als der mittlere Fehler ist, erhöht. Zur Beantwortung

Tabelle II

| | Negative Werte | | | | | | | Positive Werte | | | | | | | | |
|---------------------------|----------------|------|------|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 3-3½ | 2½-3 | 2-2½ | 1½-2 | 1-1½ | ½-1 | 0-½ | 0-½ | ½-1 | 1-1½ | 1½-2 | 2-2½ | 2½-3 | 3-3½ | 3½-4 | 4-4½ |
| Einzelne Monate | 0,2 | 0,3 | 2,8 | 6,1 | 10,9 | 20,0 | 22 | 26,1 | 16,5 | 10,4 | 6,4 | 2,2 | 1,1 | — | — | — |
| (April-September) | — | — | — | 5 | 17 | 18 | 22,5 | 17,5 | 24 | 9 | 6 | 2 | — | 1 | — | — |
| Juni-August | — | — | — | 3 | 15 | 22 | 20,5 | 21,5 | 19 | 10 | 8 | — | 1 | 1 | — | — |
| Juli-September | — | 1 | — | 4 | 18 | 19 | 18,5 | 23,5 | 18 | 10 | 8 | 1 | — | 1 | — | — |
| Juni-September | — | — | 1 | 3 | 15 | 19 | 20,5 | 19,5 | 14 | 11 | 5 | 4 | — | — | 1 | — |
| Mai-September | — | — | — | 3 | 20 | 14 | 35 | 18 | 11 | 13 | 4 | 2 | 2 | — | — | 1 |
| April-September | — | — | — | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 |
| Theoretisch | 0,13 | 0,6 | 2,0 | 5,4 | 11,2 | 18,3 | 23,3 | 23,3 | 18,3 | 11,2 | 5,4 | 2,0 | 0,6 | 0,13 | 0,02 | 0,00 |

Tabelle III

| | April | Mai | Juni | Juli | August | Septem- ber | Juni- August | Juli- Sept. | Juni- Sept. | Mai- Sept. | April- Sept. |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|-----------------|
| σ 1826–1947 . . . | ± 1,57 | 1,68 | 1,38 | 1,52 | 1,45 | 1,46 | 0,954 | 1,075 | 0,905 | 0,819 | 0,792 |
| 1826–1946 . . . | ± 1,53 | 1,68 | 1,36 | 1,49 | 1,41 | 1,44 | 0,904 | 1,030 | 0,851 | 0,776 | 0,729 |
| S 1826–1947 . . . | – 0,03 | – 0,04 | – 0,02 | – 0,26 | – 0,19 | 0,00 | – 0,22 | – 0,22 | – 0,29 | – 0,44 | – 0,48 |
| 1826–1946 . . . | 0,05 | – 0,02 | 0,03 | – 0,18 | – 0,09 | 0,07 | – 0,03 | – 0,09 | – 0,06 | – 0,21 | – 0,19 |
| E 1826–1947 . . . | – 0,01 | – 0,03 | 0,02 | – 0,08 | 0,00 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,09 | 0,24 | 0,40 |
| 1826–1946 . . . | – 0,01 | – 0,02 | 0,02 | – 0,07 | 0,00 | 0,04 | – 0,10 | – 0,04 | – 0,06 | – 0,03 | – 0,04 |

der Frage nach der Häufigkeit solch extremer Wärme-perioden wie 1947 könnte man vielleicht versuchen, die beobachteten Häufigkeitswerte durch eine BRUNSSCHE Φ -Reihe darzustellen. Doch gerade die Erscheinung, daß sich durch die Hinzunahme eines einzigen Jahres der Charakter der Verteilung weitgehend ändert, läßt von einem solchen Verfahren keine schlüssigen Ergebnisse erwarten; bei so komplizierten Verteilungskurven ist eine Anzahl von 122 Einzelwerten viel zu klein. Wenn also die Frage nach der Häufigkeit solch warmer Perioden sich anhand des untersuchten Zahlenmaterials nicht beantworten läßt, so zeigen doch diese Untersuchungen den einzigartigen Charakter der Wärmeperiode 1947, und sie mögen dazu anregen, dieses Phänomen von allen Gesichtspunkten aus (auch speziell im Zusammenhang mit den Erscheinungen der allgemeinen Zirkulation) eingehend zu studieren.

M. BIDER

Astronomisch-meteorologische Anstalt der Universität Basel, den 27. Januar 1948.

Summary

In Basle the temperature for the period from April to September, 1947, was 3.4°C above the mean of the years 1826–1946. (The greatest excess in 1826–1946 amounted only to 2.0°C.) This number is 4.3 times the standard deviation σ , a value which, under the postulate of a normal Gaussian distribution, is reached or surpassed with a probability of only 0.0019%. An investigation of the variation of the distribution shows that, indeed, the separate monthly averages give a nearly normal distribution, but that over periods of several months a large negative asymmetry (S) and a positive excess (E) result. It is shown further that the statistical characteristics are fundamentally altered by the mere inclusion of the year 1947. It is proposed that the phenomenon of the hot period of 1947 be studied from all points of view.

Töne hoher Frequenz bei Mäusen

Schallwahrnehmung über der menschlichen Hörgrenze wurde zuerst von ANDREEV¹ bei Hunden nachgewiesen (38 kHz, bedingter Reflex). Die Fledermäuse bedienen sich einer Art des Echolotprinzips und senden dabei Töne um 50 kHz aus (von HARTRIDGE² vermutet, durch Untersuchungen von GALAMBOS und GRIFFIN³, unabhängig davon von DIJKGRAAF⁴, nachgewiesen).

MARX¹ fand, daß sich bei Meerschweinchen der Ohrmuschelreflex noch bei 33 kHz auslösen läßt. Nach Berichten von GOULD, JAMES und MORGAN² ist es möglich, Ratten auf Töne von 40 kHz zu dressieren.

Die eigenen Beobachtungen beziehen sich auf die Rötelmaus (*Evotomys glareolus* Schreb.). Die Tiere wurden in Behältern von 50 × 25 × 30 cm gehalten und beobachtet. Einrichtung: 3 cm Erde, 3 cm trockenes Laub, Heu. Fütterung: Sonnenblumenkerne, Obst, Karotten, grüne Zweige, Wasser.

Ein Pärchen (frisch gefangen) wurde in einen Behälter gebracht. Am 5. Tage wurde an dem, dem Futterplatz gegenüberliegenden Ende des Terrariums unter einem Zweig aus Gras ein Nest gebaut, welches die Tiere zur Nahrungsaufnahme alle 2–3 Stunden verließen. Dabei waren zwei verschiedene Arten der Lautäußerung zu unterscheiden: 1. Ein quiekendes Kreischen mittlerer bis hoher Tonlage, das als «Lautimponieren» aufzufassen ist und nach der augenblicklichen Erregungslage weitgehend variiert wird. Als Ursache meist Futterstreitigkeiten, Gebietsverteidigung usw. 2. Davon grundlegend zu unterscheiden ist ein hohes Fiepen schwacher Intensität, das nur von solchen Leuten wahrgenommen werden kann, die eine besonders hohe obere Hörgrenze besitzen (Vergleichsprüfungen mit der GALTON-Pfeife lassen auf Töne über 21 kHz schließen). Dieses kurze Fiepen wird in unregelmäßigen Abständen hervorgebracht, meist wenn das Tier in Bewegung ist und eine zweite Maus sich im Gebiet befindet. Von Beginn der Untersuchung an einzeln gehaltene Tiere fiepen nicht. Entfernt man jedoch von einem bereits längere Zeit zusammenlebenden Pärchen einen Partner, so kommt nach einiger Zeit der im Behälter verbliebene aus dem Nest hervor, macht ein «Männchen» und fiept suchend mit vorgestrecktem Kopf. Ob im Normalfall der Ton wechselweise gegeben wird, ist mit den gegenwärtig vorhandenen Mitteln nicht zu entscheiden, da in diesem Frequenzbereich eine genaue Lokalisierung der Schallquelle nicht möglich ist. Setzt man zu einem längere Zeit isoliert untergebrachten Tier ein zweites hinzu, so sucht es erst unter Verwendung des Fieptones mit dem Eindringling in Führung zu kommen, um dann später mit Zähnekirschen, bzw. bei Steigerung der Erregung unter Lautimponieren (siehe oben) zur Gebietsverteidigung überzugehen.

Aus diesen Beobachtungen kann man schließen, daß der Fieplaut den Tieren dazu dient, untereinander in Stimmfühlung zu treten.

Orientierende Versuche zur Bestimmung der oberen Hörgrenze der Rötelmaus ergaben, daß zwischen 25 und

¹ L. ANDREEV, Russk. fisiol. Ž. 11, 233 (1928).

² H. HARTRIDGE, J. Physiol. 54, 54 (1920).

³ R. GALAMBOS and D. R. GRIFFIN, J. Exp. Zool. 86, 481 (1941).

⁴ S. DIJKGRAAF, Exper. 2, 438 (1946).

¹ Zitiert in: F. SCHEMINZKY, Die Welt des Schalles (Salzburg 1935), S. 577.

² GOULD, JAMES, and C. MORGAN, Science 94, 169 (1941).